

Aplikasi Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) Pada Desain Tungku Briket Arang Biomassa Sistem Kontinyu Berpengapian Semi Otomatis Sebagai Upaya Mempermudah Pemanfaatan Energi Alternatif Mengganti Minyak Tanah

Made Wijana*, I Wayan Joniarta*

*Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Mataram-NTB

Abstract

The biomass charcoal briquet is one of principal component of cooking in household scale which has some weakness in its operation, such as take a long time for beginning ignition, flame energy is not stable, the putting out can not be done quickly, once filling up for once cooking. Impractical operational of briquet stove caused people did not want to change the use of petroleum stove to the use of biomass briquet stove. Hence, biomass charcoal briquet stove is modified in order to simplify its operation by increase fungsional aspect, technique aspect, and economical aspect.

The method used in this research is value engineering method in order to choose one alternative of modification of biomass charcoal briquet stove and analyze with five phase of job planning that include (1) information phase, (2) creative phase, (3) analysis phase, (4) development phase, and (5) presentation phase.

At the analysis phase, it is made analysis to eight alternatives of modification and one initial design which is used as reference of performance evaluation. The evaluation result at development phase is the seventh alternative of modification has the highest value that is 1,358 with performance 425,10 and gives some advantages, those are cooking speed is increased (boilling water in seven minute per liter), operational simplicity is very increased that is once filling up for cooking repeatedly (continue system), cutting out of fire can be done quickly without taking apart of stove (semi automatic), pollution is decreased and stinging smell is not happen.

Biomass charcoal briquet stove has high economic value, because its operasional is almost the same as petroleum stove and its operational cost is a quarter of petroleum stove cost. So, it is good to be developed and applied to society.

Keywords: *modification, biomass charcoal briquete stove, value engineering*

Pendahuluan

Semakin menipisnya cadangan minyak dunia yang menyebabkan harga bahan bakar minyak (BBM) terus melambung.. Bagi daerah-daerah yang masyarakatnya tergantung pada minyak tanah, dipastikan akan terjadi suatu kemunduran karena aktivitas kehidupan akan lebih lambat, lemahnya aktifitas usaha, serta banyak lagi yang tidak mampu dilakukan akibat ketiadaan minyak tanah. Kondisi ini akan bertolak belakang dengan program pemerintah dalam rangka peningkatan taraf hidup masyarakat. Kondisi ini menyebabkan masalah yang serius yang perlu diatasi. Diantaranya dengan menggali potensi energi alternative yang diperbaharui seperti : energi biomassa, energi angin, matahari dan gelombang laut telah mulai dilirik

Untuk pemanfaatan energi biomassa, potensi bahan bakunya sangat murah dan melimpah serta memiliki kandungan energi cukup tinggi, Potensi limbah untuk dijadikan briket sebagai energi alternatif sangat besar. Produk sampah di kota mataram tahun 2004 rata-rata sebesar 1020m²/hari (Dinas kebersihan 2005) dengan kandungan energi

sekitar 4200 kkal/kg (Kristanti, 2006), potensi energi yang dimiliki limbah lainnya berdasar penelitian masing-masing sebagai berikut: energi briket arang sekam 5400 kkal/kg (Humaidi, 2006), briket arang daun nangka, mangga dan jagung sekitar 3.500 kkal/kg dan kotoran kuda 4.201 kkal/kg (Seftifira,2007). Briket campuran 70 % sampah 30% batubara memiliki kandungan energi sangat potensial yaitu sebesar 6.227,88 kkal/kg (Wijana,2009). Disamping itu terdapat juga briket arang dari kulit kacang-kacangan, limbah jarak dan beberapa sumber lainnya. Hal ini kalau dimanfaatkan dengan baik akan dapat menjadi energi alternatif pengganti minyak tanah.

Walaupun telah banyak dibuat alat-alat untuk memanfaatkan energi alternatif seperti pembuatan tungku briket arang yang selama ini ada, tetapi tungku-tungku briket yang ada selama ini belum banyak digunakan sebagai pengganti minyak tanah oleh masyarakat,. Yang menjadi kendala utama tidak digunakannya tungku briket tersebut adalah karena kurang praktisnya penggunaan tungku berbahan bakar briket arang biomassa. (suryadi, 1994), Berdasarkan

survey awal, ketidakpraktisan operasional tungku briket arang biomassa ini, khususnya terletak pada penyalaan awal yang terlalu lama, pemadaman tidak bisa dilakukan sewaktu-waktu dengan cepat dan pengisian briketnya tidak bisa kontinyu. Dan berdasarkan hasil penelitian tahun ke-1, campuran 70 % sampah 30% batubara memiliki kandungan energi sangat potensial yaitu sebesar 6.227,88 kkal/kg dengan potensi tak terbatas, dibutuhkan minyak tanah 5 cc untuk penyalaan awal dengan waktu 2,02 menit. Pengisian dapat dilakukan secara kontinyu, sekali pengisian dapat dimasukkan 7 buah briket, tanpa mengganggu nyala ujung briket. Boiling time untuk 1 liter air pada diameter briket 6, 5 cm adalah 11, 65 menit dengan menghabiskan hanya 1,25 buah briket. Sibandingkan dengan minyak tanah memerlukan 1/9 liter minyak tanah Pemadaman dapat dilakukan sewaktu-waktu dengan cepat Hasil ini sangat potensial untuk dikembangkan di masyarakat.

Namun bagaimana mendapatkan desain yang memiliki kinerja tinggi, dapat diterima dengan baik masyarakat sedangkan biaya produksinya rendah. Berdasar masalah tersebut maka dalam penelitian ini perlu diteliti bagaimana mendapatkan desain tungku yang memiliki performance tinggi dengan biaya rendah. Sehingga masyarakat tertarik untuk mengaplikasikannya.

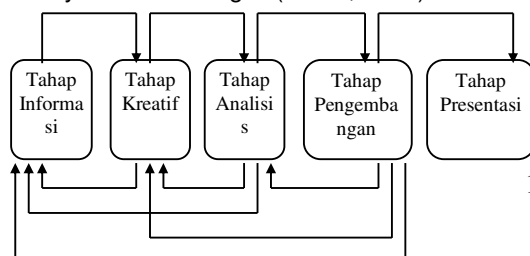
Metode Penelitian

Didalam Penelitian ini dibagi menjadi tujuh tahap penelitian yaitu:

Tahap persiapan

Pada tahap ini dilakukan perumusan permasalahan dan identifikasi tujuan penelitian, dilanjutkan dengan studi literatur yang meliputi sumber buku dan penelitian sebelumnya. Selanjutnya dilakukan studi lapangan berupa observasi, interview untuk mendapatkan gambaran kondisi lapangan. Pada bahasan selanjutnya adalah merupakan implementasi dari Rencana Kerja **Rekayasa Nilai (Value engineering) yang dikenal dengan Rencana Kerja Lima Tahap (five phase job plan) Rekayasa Nilai.**

Rencana kerja dari rekayasa nilai yang dikembangkan pada penelitian ini terdapat (5) lima tahap kerja, yang mana dalam implementasinya kelima tahap kerja tersebut saling mendukung satu dengan lainnya secara energis. (Heller, 1971)



Gambar 1. Hubungan kerja lima tahap (*five phase job plan*) Rekayasa Nilai.

Adapun ke lima tahap rencana kerja (*five phase job plan*), tersebut yaitu dapat dijelaskan sebagai berikut :

Tahap informasi

Di dalam tahap informasi merupakan tahap awal dari proses kerja lima tahap dengan tahapan yang meliputi pengumpulan sebanyak-banyaknya informasi yang berkaitan dengan produk atau alat yang diteliti. Tahap informasi memiliki dua tujuan yaitu: (1) Untuk memperoleh pengertian yang mendalam mengenai sistem, struktur atau item-item yang dipelajari dan (2) Untuk memberi gambaran yang jelas tentang nilai dengan menggunakan pembahasan fungsional dan perkiraan biaya untuk mencapai fungsi utama

Langkah awal dari tahap informasi adalah menentukan terlebih dahulu bagian-bagian mana yang akan dianalisa, dan meninggalkan yang tidak diperlukan. Dimana bagian tersebut merupakan bagian yang paling efektif dan efisien untuk dilakukan studi.

Pada tahap informasi inilah semua fungsi-fungsi ditetapkan termasuk fungsi utamanya dengan melakukan analisa fungsi, dan kemudian digambarkan dalam bentuk diagram yang disebut diagram Function Analysis System Technique (FAST), seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.

Tahap kreatif

Tahap kreatif ini ditampilkan alternatif awal (desain awal) dan alternatif usulan berupa beberapa alternatif utama untuk selanjutnya dilakukan kombinasi antara alternatif utama yang diusulkan sehingga diperoleh beberapa alternatif modifikasi. dan juga memunculkan beberapa kriteria yang diperlukan dalam penilaian alternatif modifikasi. Kriteria dan alternatif yang digunakan ini sebagai acuan untuk menyusun kuisioner banding berpasangan dengan metode AHP (expert choice) untuk selanjutnya disebarkan kepada orang yang expert dibidang yang diteliti ini.

Tahap analisa

Tujuan tahapan analisa adalah mengevaluasi alternatif-alternatif yang dihasilkan pada tahap kreatif. Evaluasi alternatif pada tahap ini dilaksanakan untuk menentukan alternatif terbaik diantara alternatif yang ada, yang memiliki potensi terbesar untuk mengurangi biaya.

Pada tahap ini dilakukan analisa keuntungan dan kerugian masing-masing alternatif, dilanjutkan dengan Melakukan analisa matrik kelayakan yang meliputi beberapa langkah sebagai berikut :

- Melakukan penyusunan alternatif dan penilaian terhadap setiap kriteria dan selanjutnya dilakukan pengurutan berdasarkan nilai terbesar (ranking). Setelah dilakukan pengurutan, maka alternatif yang memiliki nilai terbesar dipilih untuk dianalisa lebih lanjut sedangkan alternatif yang lainnya ditinggalkan.
- Melakukan analisa perbandingan berpasangan
Analisa ini dilakukan untuk menentukan bobot tiap-tiap kriteria yang dibandingkan, kemudian dilakukan uji konsistensi, bila sudah memenuhi syarat maka bobot kriteria tersebut digunakan untuk perhitungan performansi pada analisa evaluasi.
- Melakukan analisa matrik evaluasi
Analisa ini diawali dengan perkalian bobot tiap kriteria dengan nilai rekapitulasi alternatif tiap kriteria, . hasil akhir dari tahap analisa (*Analysis phase*) ini adalah penentuan nilai performansi dari alternatif yang terpilih.

Tahap pengembangan

Pada tahap ini, dilakukan dua langkah kerja yaitu:

- Melakukan perhitungan biaya yang dikeluarkan untuk memodifikasi alternatif terpilih
- Melakukan perhitungan nilai (*value*), alternatif terpilih

Tahap presentasi

Tahap presentasi ini adalah merupakan tahap untuk mempresentasikan atau menjelaskan alternatif terpilih yang didasarkan nilai (*value*) yang tertinggi. Langkah yang dilakukan yaitu

- Mempresentasikan atau menjelaskan alternatif modifikasi *Tungku* terpilih (terbaik)
- Membandingkan keuntungan dan kerugian desain awal (alternatif awal) dan alternatif modifikasi terbaik

Oleh karena tahap presentasi ini merupakan tahap akhir dari lima tahap

rencana kerja (*five phase job plan*) Rekayasa Nilai. Maka tahap presentasi harus dapat memberikan keyakinan pada pihak manajemen atau pengambil keputusan, bahwa alternatif terpilih ini dapat di implementasikan, merupakan pilihan terbaik, dan menguntungkan.

Penarikan Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini diambil beberapa poin untuk disimpulkan. Dan beberapa saran yang guna penyempurnaan pada penelitian yang telah dilakukan

Hasil Penelitian

Pembuatan Diagram FAST

Dalam menentukan analisis fungsi teknis dari Tungku Briket arang biomassa pemasak bakalan kerupuk tersebut dilakukan dengan metode *Function Analysis System Technique* atau lebih dikenal dengan singkatan FAST diagram, diagram ini berguna untuk berkomunikasi secara teknis.

Penentuan Kriteria dan Alternatif Modifikasi

Setelah melakukan studi literature dan diskusi dengan para *expert* bidang tungku briket, maka diperoleh 7 kriteria penilaian alternatif modifikasi dan 9 alternatif yang terdiri dari 1 alternatif awal dan 8 alternatif modifikasi. Adapun Kriteria dan alternatif yang digunakan dalam modifikasi Tungku Briket arang biomassa pada penelitian ini yaitu :

Pembobotan Kriteria

Alternatif dan kriteria yang ada didalamnya untuk masing-masing alternatif maupun kriteria .Bobot diberikan berdasarkan pendapat ekspert dan dilakukan dengan membandingkan antar kriteria dan alternatif sehingga diketahui masing-masing prioritas dari kriteria.

Pada table 1 dan 2 ditunjukkan perbandingan berpasangan antar kriteria dalam masing-masing alternatif, perbandingan berpasangan tersebut diisi oleh ahli dibidang tungku briket arang biomassa. Dari perbandingan tersebut didapatkan besarnya bobot untuk masing-masing kriteria. Bobot kriteria akhir (level 2) yang merupakan tingkat kepentingan kriteria tersebut berguna dalam perhitungan performansi pada analisa evaluasi.

Tabel 1. Kriteria penilaian

No	Kriteria
1	Kemudahan Operasional (pemakaian) (KO)
2	Kemudahan mendapatkan bahan (KB)

- 3 Kemudahan pemeliharaan (PM)
- 4 Biaya pemeliharaan (BP)
- 5 Rendahnya Pencemaran (RP)
- 6 Kekuatan konstruksi (KK)
- 7 Kecepatan pemasakan (KP)

Tabel 2. Alternatif modifikasi

Alternatif	Keterangan
0 (Awal)	Tanpa perbaikan
1	Mengganti bahan bakar briket (alternatif 1)
2	Menambah pipa alur briket dilengkapi pegas (alternatif.2)
3	Menambahkan system penyalaan dan pemadaman api (alt. 3)
4	Kombinasi antara alternatif 1 dan alternatif 2
5	Kombinasi antara alternatif 1 dan alternatif 3
6	Kombinasi antara alternatif 2 dan alternatif 3
7	Kombinasi antara alternatif 1,2 dan alternatif 3
8	Mengganti tebal dinding dari 1 mm menjadi 0,5 mm

Uji Konsistensi

Uji konsistensi pada penelitian ini menggunakan nilai batas yang diijinkan Saaty pada metode AHP (expert choice) yang digunakan dalam penelitian ini. Uji konsistensi ini dilakukan dengan membandingkan nilai konsistensi ratio (CR) dari hasil perhitungan dengan nilai CR yang diijinkan saaty .Berdasarkan analisa data diperoleh nilai CR = 0,01015 (1,01 %), hal ini menunjukkan nilai kriteria yang diperoleh konsisten karena tidak melebihi batas yang diijinkan yaitu sama atau lebih kecil (\leq) dari 10 %. Hal ini menunjukkan bahwa responden dalam mengisi kuisioner banding berpasangan sudah konsisten.

Performansi Alternatif

Pada tahap ini performansi alternatif dihasilkan dari penjumlahan tiap baris dari

hasil perhitungan dengan mengalikan bobot pada tiap kriteria dengan nilai rekap evaluasi alternatif tiap kriteria. Rekap nilai alternatif tiap kriteria ini akan dikalikan dengan hasil bobot dari masing-masing kriteria, setelah masing-masing baris hasil dari perkalian tersebut dijumlahkan diperoleh nilai performansi dari masing-masing alternatif, beserta rankingnya. Hal tersebut ditampilkan pada table 5.

Tabel 4. Tingkat kepentingan (bobot) criteria

No	Kriteria	Bobot	
		Level 1	Level 2
1	KO	0.27600	1.96462
2	KB	0.10184	0.72191
3	PM	0.06218	0.43680
4	BP	0.06582	0.46429
5	RP	0.15245	1.08296
6	KK	0.10093	0.71212
7	KP	0.24078	1.71373

Untuk menggambarkan dengan bentuk lain maka grafik berikut ini dapat menjadi alat untuk mengetahui nilai dan peringkat performance dari masing-masing alternatif.



Gambar 2. Grafik peringkat performance

Tabel 3. Jumlah matrik kolom banding berpasangan

No	Kriteria	KO	KB	PM	BP	RP	KK	KP
1	KO	1	2.98091	3.99001	3.33327	2.29227	2.99468	1.10409
2	KB	0.33547	1	1.49033	1.53549	0.80060	0.92453	0.49166
3	PM	0.25063	0.67099	1	1.11342	0.33239	0.44907	0.28173
4	BP	0.30001	0.65126	0.89814	1	0.37180	0.64340	0.29853
5	RP	0.43625	1.24906	3.00852	2.68963	1	1.97588	0.49581
6	KK	0.33393	1.08163	2.22683	1.55424	0.50610	1	0.37777
7	KP	0.90572	2.03394	3.54949	3.34974	2.01690	2.64710	1
Jumlah		3.56200	9.66779	16.16333	14.57578	7.32006	10.63465	4.04959

Tabel 5. Nilai performance dan ranking alternatif

Alternatif	Kriteria							Pn	Rangking
	1	2	3	4	5	6	7		
Awal	41.26	37.54	21.40	24.14	41.15	31.33	68.55	265.38	8
1	94.30	31.04	21.40	22.75	57.40	36.32	99.40	362.61	6
2	94.30	33.93	23.15	22.75	59.56	38.45	90.83	362.98	5
3	70.73	35.37	23.15	22.75	58.48	39.17	82.26	331.91	7
4	137.52	31.76	23.59	21.36	59.56	37.03	95.97	406.79	2
5	94.30	34.65	23.15	19.96	58.48	37.74	97.68	365.97	4
6	108.05	33.93	23.59	22.75	59.56	40.59	80.55	369.02	3
7	137.52	31.04	21.84	21.82	63.89	42.73	106.25	425.10	1
8	27.50	37.54	21.40	24.14	38.99	28.48	61.69	239.76	9

Analisa Biaya

Analisa biaya merupakan pendukung untuk dapat menilai alternatif secara keseluruhan. Selain performance, biaya juga perlu diketahui sampai seberapa besar diperlukan untuk memodifikasi Tungku Briket arang biomassa tersebut, biaya yang diperhitungkan adalah meliputi biaya bahan baku dan biaya pengerjaan.

Penentuan Nilai (Value Engineering)

Dalam menentukan besarnya nilai pada alternatif modifikasi dilakukan dengan membandingkan antara performansi (P) dengan biaya yang dikeluarkan dalam memodifikasi Tungku Briket arang biomassa. Berdasarkan analisa yang diperoleh dengan mengambil patokan alternatif awal sebagai alternatif yang memiliki nilai (value) = 1, dan dengan rumus

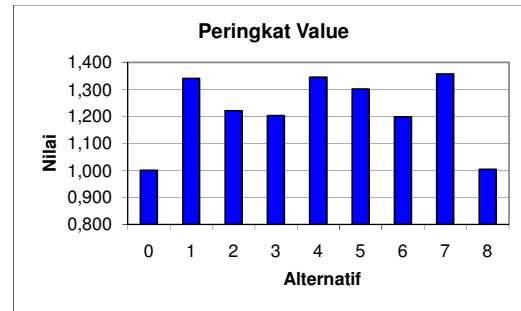
$$\text{Value} = \frac{\text{Performanc e}}{\text{Cost}}$$

maka diperoleh nilai (value) masing-masing alternatif berikut:

Tabel 6. Rekapitulasi Value dan nilai (value) yang diperoleh

Alternatif	Biaya (Cn)	Pn	Vn
Awal (0)	Rp 500,000	265.38	1.000
1	Rp 510,000	362.61	1.340
2	Rp 560,000	362.98	1.221
3	Rp 520,000	331.91	1.203
4	Rp 570,000	406.79	1.345
5	Rp 530,000	365.97	1.301
6	Rp 580,000	369.02	1.199
7	Rp 590,000	425.10	1.358
8	Rp 450,000	239.76	1.004

Hasil perhitungan nilai (value) tiap alternatif tersebut dapat juga ditunjukkan dalam grafik sebagai berikut :



Gambar 3. Peringkat Value

Kesimpulan

Dari analisa dan pengolahan diatas dapat disimpulkan bahwa dari hasil pembobotan tujuh (7) kriteria penilaian yang digunakan dalam pengukuran performansi terhadap modifikasi tungku briket, diperoleh bahwa kriteria kemudahan operasional (pemakaian) (KO) memiliki bobot terbesar yaitu 27,6 % , sedangkan alternatif perbaikan yang terpilih adalah alternatif modifikasi ke-7 yaitu merubah jenis briket, mendampah pipa alur dan pegas serta menambah system pengapian. Alternatif ke-7 ini direkomendasikan untuk kembangkan karena memberikan nilai lebih tinggi dari alternatif lainnya, alternatif ini mempunyai nilai sebesar 1,358 dengan membandingkan antara performance sebesar 425,10 berbanding dengan biaya yang dikeluarkan sebesar Rp. 590.000.

Alternatif terpilih ini juga memberi keuntungan (1) Operasional (pemakaiannya) sangat mudah, (2) Kecepatan pemasakannya tinggi yaitu mendidihkan 1 lt air hanya membutuhkan waktu 7 menit. (3) pencemarannya sedikit dan tidak terjadi bau menyengat, (4) dapat mengurangi penggunaan bahan bakar karena energi termanfaatkan lebih besar.

Prospek pengembangan

Mengingat kebutuhan energi untuk memasak skala rumah tangga terkandala dengan biaya dan ketersediaan minyak tanah, maka dengan dihasilkannya desain tungku briket arang biomassa modifikasi ini, yang memiliki banyak kelebihan yaitu operasional mudah dengan biaya rendah. Sebagai perbandingan yaitu: untuk memasak 1 lt air, menggunakan minyak tanah membutuhkan sekitar 1/9 lt (Rp. 500) dan dengan tungku ini membutuhkan 1,25 briket (Rp.125), dengan melihat hal tersebut, maka tungku briket ini, dari segi ekonomi sangat prospek untuk dikembangkan di masyarakat. Sebagai salah satu alternative pengganti minyak tanah dan sebagai salah satu agen dari *green technology*.

Daftar Pustaka

- Ang Ye Li, 1994, **Desain Tungku untuk Industri Kecil**, Seminar sehari dalam rangka memperingati 10 tahun Fakultas Teknik Universitas Mataram
- Eddy H.T, 1990, **Teknik Pembakaran Dasar dan Bahan Bakar**, UTS Surabaya
- Frank K. Arko P, 1986, **Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas**, Erlangga Jakarta
- Harsukosoemo, H. D, 2000, **Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)**, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional.
- Kristanti, R, (2006), **Pengujian Besar Energi Briket dari sampah organik**, Skripsi Fakultas Teknik, Unram
- Saaty, Thomas L., (1991), **Decision Making For Leader : The Analytical Hierarchy Process For Decision In Complex World**, , University of Pittsburgh
- Sujarwo, E. 1994, **Pembuatan briket bioarang dari sampah organik serta pemanfaatannya sebagai sumber panas mesin tetas dalam proses penetasan itik di desa Madopuro Mojokerto**, LPPM Unibraw.
- Sularso, 1991, **Dasar-dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin**, Pradnya Paramita Jakarta.
- Suryati, B.O, 2006, **Perbandingan besar energi biomassa dari sampah nangka, mangga dan jagung dengan pengeringan radiasi matahari**, Skripsi Teknik Mesin, Unram
- Wijana, M. 2004, **Penerapan Rekayasa Nilai Pada Ketel Uap Pemasak Bakalan Kerupuk**, Tesis Teknik Industri, ITS Surabaya
- Wijana, M 2008, **Implementasi Rekayasa Nilai Pada Pemilihan Alternatif Pipa Untuk Instalasi Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Di Daerah Perumahan**, Oryza Vol VII/N0.1, Mataram
- Wijana M, Joniarta I W, 2009, **Desain tungku briket arang biomassa system kontinyu berpengapian semi otomatis sebagai upaya mempermudah pemanfaatan energi alternatif mengganti minyak tanah** , Laporan Penelitian Tahun I, Mataram
- www.google. **Jaringan Kerja Tungku Indonesia**